

NIVA



RAPPORT LNR 4734-2003

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum

Undersøkelser i perioden
2001 -2003



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet:

www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum Undersøkelser i perioden 2001-2003	Løpenr. (for bestilling) 4734-2003	Dato 2003-10-29
	Prosjektnr. Undernr. O-21709 O-21265	Sider 38
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA 2003

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Best.nr. 42 /01 og 23/02
---------------------------------	--

<p>Sammendrag</p> <p>Det er gjennomført en kartlegging av forurensningstilførslene fra gruveområdene til Folldal Verk i Folldal sentrum. Undersøkelsene har pågått etter samme opplegg siden forurensningsbegrensende tiltak ble avsluttet i 1993/1994. I tiden etter har en ikke påvist noen endringer av betydning i forurensningstransport fra området eller tungmetallnivåer i Folla. Forurensningstransporten varierer mye avhengig av nedbørforholdene. Store deler av avrenningen ved Folldal hovedgruve går i grunnen ned mot Folla. Det er nødvendig å forbedre oppsamlingen av drensvann for å få en bedre oversikt over hva som er mulig å få til av forurensningsbegrensende tiltak i gruveområdet. Det foreslås også å lede bort uforurenset vann fra området og redusere tilførslene av overflatevann til gruva.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Tungmetallavrenning 3. Drensvann 4. Folldal Verk 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite mining 2. Metal run-off 3. Acid rock drainage 4. Folldal mines, Norway
---	--

Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Helge Liltved
Forskningsleder
ISBN 82-577-4406-9

Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

O-21709

O-21265

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum

Undersøkelser i perioden 2001-2003

Forord

Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser av effekter av gruvevirksomheten til Folldal Verk siden 1966. Undersøkelsene har således pågått under den gamle driften ved Folldal hovedgruve i Folldal sentrum og ved den nye gruva på Tverrfjellet. Etter at gruedriften ble nedlagt i 1993 ble det gjennomført oppryddingsarbeider og forurensningsbegrensende tiltak ved begge områdene. Arbeidene ble avsluttet i 1994.

Den foreliggende rapporten gir en status for forurensningssituasjonen i nedre del av vassdraget ved gruveområdet i Folldal sentrum høsten 2003. Oppryddingsarbeidene her pågikk i perioden 1992-1994. Oppdragsgivere i årene etter har vært Norsulfid as, Miljøsikringsfondet Folldal Verk og Bergvesenet. Undersøkelsene i perioden 2001-2003 har vært finansiert av Bergvesenet.

Lokal observatør og ansvarlig for den rutinemessige prøvetaking har vært Kjell Streitlien, Folldal som vi herved takker for vel utført feltarbeid. En takk også til Folldal kommune for samarbeidet og opplysninger om dreneringssystemet i gruveområdet.

Oslo, 29.oktober 2003

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Hydrologi	8
2.1 Innledning	8
2.2 Follavassdraget	8
2.3 Gruveområdet	12
3. Vannkvalitet	16
3.1 Undersøkellesprogram	16
3.2 Stasjon Fo7 - Folla ved Folshaugmoen	16
3.3 Follidal sentrum	17
3.3.1 St.1 Gruvevann utløp stoll 2	17
3.3.2 St 2. Samlet avrenning. Drensledning ved gamle slamdam	18
3.3.3 Området ved Tyskerholet-New Shaft	19
3.3.4 Nordre Geitryggen	19
3.3.5 Søndre Geitryggen	20
3.3.6 Nygruva	22
4. Forurensningstransport	23
5. Samlet vurdering	28
6. Referanser	29
Vedlegg A. Analyseresultater	30

Sammendrag

Den nåværende kartlegging av forurensningstilførslene fra gruveområdet i Follidal sentrum startet høsten 1993 da dreneringssystemet i gruveområdet ble ferdigstilt. Undersøkelsene har omfattet prøvetaking av to kilder i gruveområdet, gruvevann fra stoll 2 og ved utløpet av drencrør for samlet avrenning. I tillegg er prøvetakingen videreført ved den faste stasjonen i Folla nedenfor gruveområdet, stasjon Fo7 Folshaugmoen, der en har observasjoner tilbake til 1966. Undersøkelsene har også omfattet kontinuerlige vannføringsmålinger, siden 1997 i Folla og siden 2001 ved stasjonene i gruveområdet. Der derved mulig å lage et bedre forurensningsbudsjett for området.

Ved utløpet av august måned 2003 var det ennå ikke mulig å spore noen positive effekter at tiltakene som ble gjennomført i 1992-1994. Tungmetallkonsentrasjonene i vassdraget er omtrent på samme nivå som de har vært i alle år. Avrenning fra avfall i dagen er største forurensningskilde i området, men tilførslene fra gruva betyr svært mye i tørre perioder og under vintersituasjonen. Store deler av overflateavrenningen tar veien gjennom løsmassene på veien ned mot Folla. Eksisterende dreneringssystem er utilstrekkelig for å fange opp denne avrenningen. Tilførslene til Folla kan variere svært mye avhengig av nedbør og klima.

Når en skal vurdere ytterligere tiltak i gruveområdet, vil en viktig del være å gjøre rede for vannets bevegelser i området. Det vurderes som gunstig å redusere tilførslene av uforurenset overflate- og grunnvann inn i gruveområdet. Det vil sannsynligvis også være gunstig å forsøke å redusere tilførselen av overflatevann til gruva. Derved reduseres støtbelastningene på Folla om våren slik at en reduserer de høye tungmetallkonsentrasjonene i Folla i perioden fram til vårflommen i Folla inntreffer.

Et viktig innledende tiltak vil være å forbedre drencrøftene i området, spesielt nedre grøft. Grøftene er ikke effektive nok idag. Det bør foretas undersøkelser for å planlegge hvordan de nye drencrøftene skal bygges. Disse arbeidene bør igangsettes så snart som mulig da resultatene vil være bestemmende for en rekke viktige forhold som:

- Dimensjoneringsgrunnlag for et eventuelt fremtidig behandlingsanlegg for drencvann
- Måle effekt av dreneringstiltak og eventuelle andre tiltak i området
- Vil være avgjørende ved vurdering av om det er realistisk å nå målet for vannkvalitet i Folla

Noen nøkkeltall for forurensningstilførslene pr. august 2003 :

Årstransport i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år.

År	Cu tonn	Zn tonn	Fe tonn	Cd kg	SO ₄ tonn	Vannmengde m ³
1997-1998	10,7	14,9	145	48,8	2976	243961632
1998-1999	12,3	17,2	179	49,1	3118	245500416
1999-2000	11,4	16,8	157	45,6	3043	253573632
2000-2001	13,5	16,3	186	50,6	3168	266194080
2001-2002	14,1	18,5	169	54,5	3165	259439328
2002-2003	4,7	7,4	71	21,1	1634	140888144

Årsaken til den lave transport siste år har sammenheng med lite nedbør vinteren og våren 2002/2003, med liten utvasking fra gruveområdet. Samme forhold ble observert for stasjonene i gruveområdet. Da store deler av kobberavrenningen fra gruveområdet fanges opp i løsmassene nedenfor, er det mulig at kobbertransporten ved kildene er omkring 50 % høyere enn i tabellen ovenfor.

Summary

Title: Transport of pollutants from Folldal Mines, Norway

Year: 2003

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4406-9

Mining for sulphide minerals in the Folldal area took place between 1748-1993. The major activities are located in two mining areas, the old Folldal mine in the community centre and Tverrfjellet mine about 30 km upstream the community centre. From about 1935 concentrates of copper, zinc and pyrite were produced by selective flotation.

This report deals with pollution situation at the old mine site which was operated between 1748-1968. At the final mine closure i 1993, a number of mitigative measures were carried out. At the old mine site, different waste material were removed and disposed under water within the new mine at Tverrfjellet. Due to conservation interests, it was not possible to remove all waste and raise the water table within the mine.

In the following years no significant effects on the water quality in Folla River were observed. Run-off from the remaining mine waste is the main source of pollution in the area. During the winter situation and in dry periods with little precipitation, the strongly acidic mine water is the most important source. It is necessary to reduce the copper run-off with about 80 % to achieve the objective copper concentration of 10 µg/l in Folla River downstream the mine site.

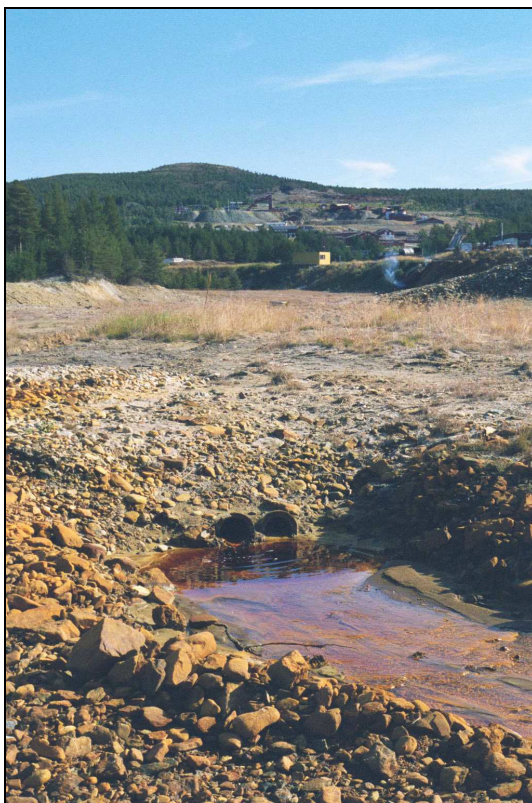
In the proceeding work an improved drainage system in the area is recommended. It is also recommended to reduce the inflow of relatively unpolluted water into the mine site and the mine as well.

1. Innledning

Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser i Folla-vassdraget siden 1966. Undersøkelsene har omfattet hele strekningen fra gruveområdet på Hjerkin og ned til Alvdal. Gruvevirksomheten til Folldal Verk ved Tverrfjellet gruve opphørte i mars 1993. I perioden 1992-1994 pågikk det oppryddingstiltak ved det gamle gruveområdet i Folldal sentrum der virksomheten ble nedlagt i 1968. Oppryddingstiltakene har bestått i flytting av forurensende masser opp til Hjerkin, der de ble deponert i Tverrfjellet gruve. I tillegg ble det foretatt en del dreneringstiltak i området. Norsulfid AS gjennomførte et 5 års overvåkingsprogram i vassdraget og i gruveområdene i perioden 1993-1998. Resultatene fra disse undersøkelsene er rapportert i en sluttrapport (Iversen et al, 1999).

Da vannkvaliteten i nedre del av vassdraget ved Folshaugmoen ennå ikke hadde bedret seg vesentlig ved utgangen av 1998 etter de tiltakene som var gjennomført, ble det besluttet at Miljøsikringsfondet Folldal Verk skulle fortsette et forenklet overvåkingsprogram i Folldal sentrum-området. Dette for å sikre en kontinuitet i målingene inntil en ser hvordan vannkvaliteten utvikler seg, og inntil det er fattet en beslutning om eventuelt å gjennomføre ytterligere tiltak. Resultatene fra disse undersøkelsene (Iversen, 2000 og 2001) ble benyttet i en utredning som ble foretatt for Miljøsikringsfondet Folldal Verk etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn, der en ga en utredning av forurensningsbegrensende tiltak i Folldal sentrum (Iversen og Knudsen, 2002). Det ble kun benyttet eksisterende informasjon om gruveområdet i denne utredningen.

I november 2001 overtok Bergvesenet ansvaret for å videreføre avrenningsundersøkelsene i gruveområdet. Programmet har stort sett fulgt samme opplegg som tidligere, bortsett fra at vannmengdemålingene ble forbedret ved at det ble laget nye måleprofiler og igangsatt kontinuerlige vannmengdemålinger ved utløpet av gruva (St.1 Stoll 2) og for samlet avrenning (St.2 Slamdam). Den foreliggende rapport gir en fremstilling av resultatene fra undersøkelsene for perioden 1.09.2001-31.08.2003.



Figur 1. Samlet avrenning fra gruveområdet i Folldal sentrum.

2. Hydrologi

2.1 Innledning

En av målsettingene med undersøkelsesprogrammet har vært å beregne forurensningstransporten fra gruveområdet, vurdere hvordan transporten fordeler seg på hovedkildene, og hvordan den utvikler seg over tid etter at de forurensningsbegrensende tiltak i området ble avsluttet i 1994. For å kunne beregne transporten har en behov for pålitelige mål for vannføringen ved de enkelte prøvetakingsstasjoner i tillegg til de kjemiske analyseverdiene.

I gruveområdet i Follidal sentrum ble det laget en ny overløpsprofil i utløpskummen utenfor stoll 2 (st.1) i november 2001. Det ble montert en overløpskasse med 45 graders trekantet profil nede i utløpskummen. Overløpshøydene registreres automatisk vha. trykkcelle og batteridrevet datalogger. Det ble også laget ny overløpsprofil på røret for samlet avrenning nede ved slamdammen. En av stakekummene nedenfor riksveien ble delt med en plate med 90 graders trekantet profil. Overløpshøydene registreres automatisk som på samme måte som for stoll 2. Vannføringene beregnes vha. målte overløpshøyder i hht. Otnes og Ræstad (1971).

2.2 Follavassdraget

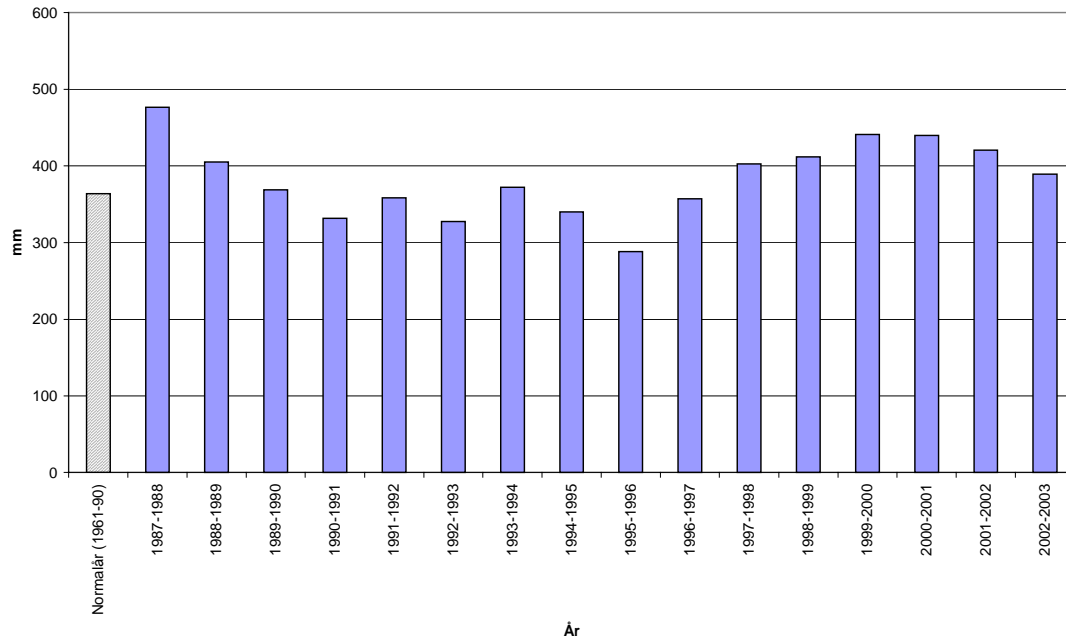
I Folla oppstrøms Folshaugmoen ble det montert en limnigraf med elektronisk vannstandsregistrering i oktober 1997. Tidligere har en ikke kunnet oppgi pålitelige vannføringer her, noe som har vært et savn i forbindelse ved transportvurderinger. Limnigrafen er plassert ved Brandsnes bru over Folla på veien til flyplassen ved Grimsmoen (kartref. 558879). Limnigrafen er montert, kalibrert og drevet av NVE. Stasjon Fo7 Folshaugmoen ligger ca. 4 km nedstrøms limnigrafstasjonen. I de beregninger som er gjort senere i denne rapporten, har vi forutsatt at vannføringen er den samme ved Folshaugmoen som ved Grimsmoen, da vi antar at nedbørfeltet som drenerer til elvestrekningen mellom Grimsmoen og Folshaugmoen er uten vesentlig betydning i denne sammenheng.

Folla er ca. 108 km lang og har et nedbørfelt på 2170 km². Hvis en benytter en avrenningskoeffisient på 11,2 l · s⁻¹ · km⁻² (ved Husom, NVE-1987), blir normal middelavrenning 24,3 m³/s ved Alvdal der Folla løper sammen med Glåma. Ved limnigrafstasjonen ved Grimsmoen er nedbørfeltets areal beregnet til 623,2 km². Normal middelavrenning kan her beregnes på tilsvarende måte til 7,0 m³/s. Figur 4 viser forløpet av vannføringsregistreringene ved Grimsmoen i periodene 2001-2002 og 2002-2003. Prøvetakingstidspunktene er markert på figurene.

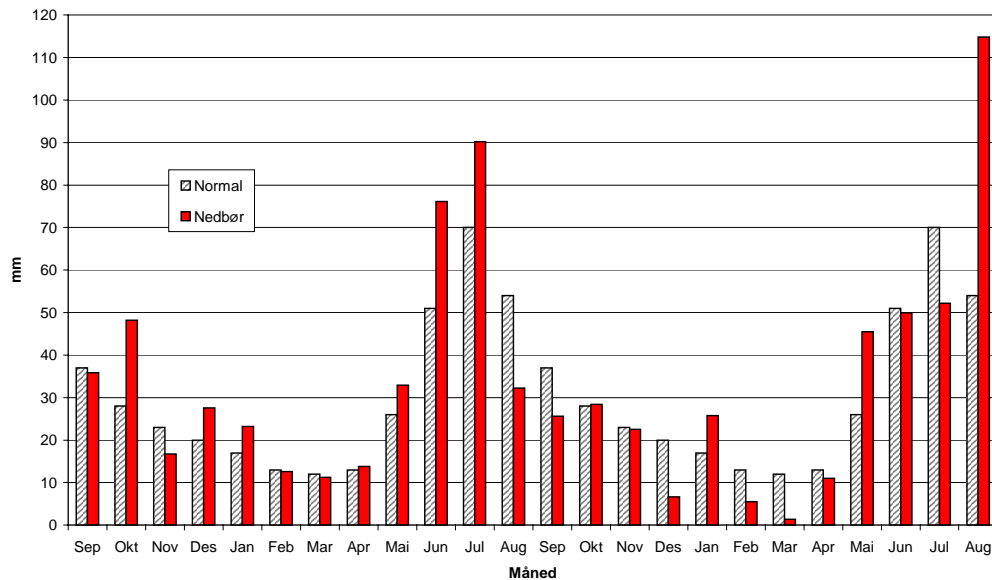
Vårflommen i Folla starter vanligvis i begynnelsen av mai måned med en flomtopp omkring 15.mai. I 2002 inntraff flomtoppen den 13.mai og i 2003 den 26.mai. Vårflommen varer normalt i 2-3 uker. Vannføringen avtar raskt etter vårflommen.

I tabell 2 er samlet nedbørdata for den meteorologiske målestasjonen i Follidal (9100 DNMI) for perioden 1987-2003. I det hydrologiske året 2001-2002 falt det 116 % av normal nedbør, mens det i året 2002-2003 falt 107 %. De årlige nedbørhøyder er presentert grafisk i figur 2. Figur 3 viser månedlige nedbørhøyder og nedbørnormaler for de hydrologiske årene 2001-2002 og 2002-2003. Normalt er det mest nedbør i månedene juni-august i Follidal. I den siste 2-årsperioden falt det lite nedbør høsten 2002 og vinteren 2003. Våren 2003 fordampet det meste av snøen i Follidal sentrum slik at det ble lite snøsmelting om våren i sentrumsområdet. Av figur 4 ser en at vannføringen i Folla var vesentlig lavere om høsten 2002/vinteren 2003 enn året før. Vårflommen hadde også et betydelig mindre omfang i 2003 enn i 2002. Når årsnedbøren for siste hydrologiske år ble såvidt høy som 107 % av normalen, skyldes dette for en stor del at det falt uvanlig mye nedbør i august 2003. Døgnene 14-15.08 var spesielt nedbørrike med nedbørmengder omkring 35 mm i hvert av døgnene. Mye nedbør i

august 2003 førte også til en økt vannføring. En antar imidlertid at mye av nedbøren også gikk med til å heve grunnvannstanden igjen etter en forutgående tørkeperiode. Det vil derfor ta tid før en merker effekten av økt nedbør mht. utvasking fra gruveavfall i dagen i Folldal sentrum.

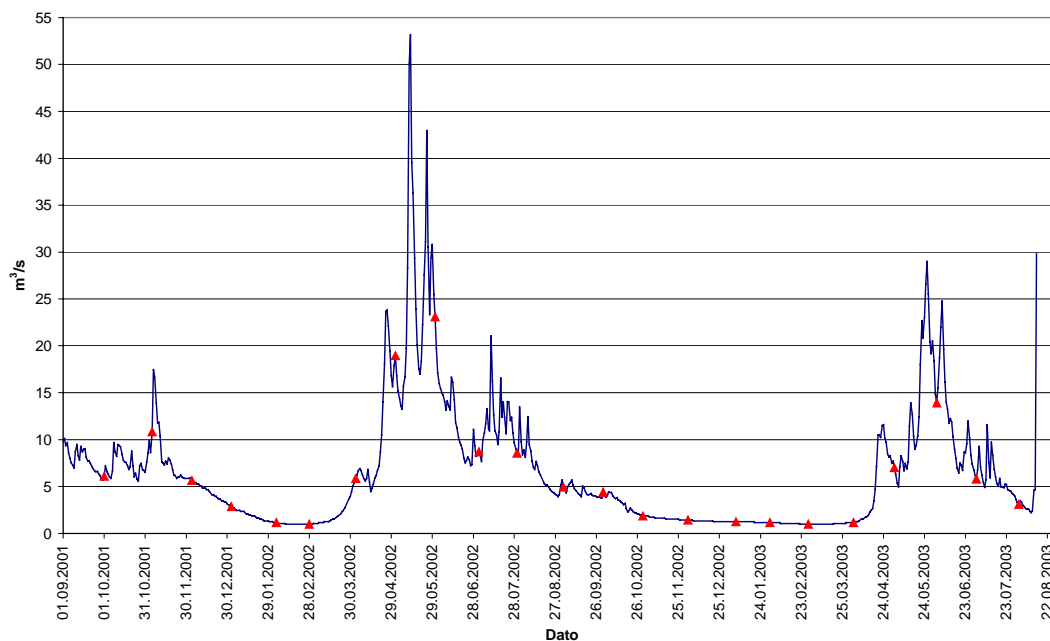


Figur 2. Årlige nedbørhøyder i Folldal 1987-2003. Normalår = 364 mm.



Figur 3. Nedbørhøyder i Folldal 2001-2003.

I tabell 1 er sammenstilt data for vannføring og årsavrenning for limnigrafstasjonen i Folla ved Grimsmoen. En ser at siste år var uvanlig med betydelig lavere middelvannføring og årsavrenning. I tabellen er det også beregnet en teoretisk middelvannføring med bakgrunn i nedbørfeltets areal og en avrenningskoeffisient på $11,2 \text{ l/s/km}^2$. I tabellen er årlig middelvannføring beregnet ved å korrigere normal middelvannføring på $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ for årsnedbøren. Dette er en svært forenklet måte å beregne vannføringen på. I flere av årene ser en at det er forholdsvis god overensstemmelse mellom beregnede middelerverdier og middelerverdier basert på feltmålinger. I siste år var overensstemmelsen dårlig. Avvikene kan skyldes flere forhold, det medfører f.eks. stor usikkerhet å benytte nedbørdata fra bare en lokal stasjon i Follidal og gjøre den gyldig for hele nedbørfeltets areal. En annet forhold, som nevnt foran og som betyr mye, er at etter en lang periode med lite nedbør tar det tid å fylle grunnvannsmagasinerne i nedbørfeltet når nedbøren blir normal igjen. Temperaturforhold kan også bety noe.



Figur 4. Vannføring i Folla ved Brandsnes bru 2001-2003 (døgnmiddelerverdier) med markering av prøvetakinger.

Tabell 1. Middelvannføringer i Folla ved Grimsmoen 1997-2003. Hydrologiske år.

År	Nedbør i % av normal	Teoretisk middelvannføring m^3/s	Middelvannføring etter feltmålinger m^3/s	Målt avrenning $\text{m}^3/\text{år}$
1997-1998	109	7,63	7,86	243 961 632
1998-1999	106	7,42	7,78	245 500 416
1999-2000	117	8,19	8,02	253 573 632
2000-2001	115	8,05	8,44	266 194 080
2001-2002	116	8,12	8,23	259 439 328
2002-2003	107	7,49	4,54	140 888 144

Tabell 2. Månedlige nedbørhøyder ved den meteorologiske målestasjonen i Folldal (Kilde: DNMI).

År	Sep mm	Okt mm	Nov mm	Des mm	Jan mm	Feb mm	Mar mm	Apr mm	Mai mm	Jun mm	Jul mm	Aug mm	Året mm	Årsnedb. %
Normalår (1961-90)	37	28	23	20	17	13	12	13	26	51	70	54	364	100
1987-1988	40,8	54,1	17,2	17,5	24,0	29,4	7,0	2,5	31,7	127,1	50,8	74,6	477	131
1988-1989	67,6	19,8	8,4	35,5	17,1	16,6	8,2	19,4	15,1	17,6	118,0	61,9	405	111
1989-1990	13,3	12,4	17,9	18,0	21,9	30,9	13,9	10,6	12,2	53,0	27,7	137,2	369	101
1990-1991	18,8	13,7	12,0	12,7	26,8	10,7	29,2	23,4	16,6	60,9	71,7	35,2	332	91
1991-1992	20,6	16,8	8,6	54,1	6,3	4,2	19,6	10,0	1,7	121,2	41,5	53,9	359	98
1992-1993	25,0	12,0	33,9	19,9	26,6	4,9	11,9	12,6	17,1	0,9	60,4	102,2	327	90
1993-1994	18,5	34,6	4,0	11,5	10,1	21,6	0,5	4,3	51,6	38,5	75,7	101,4	372	102
1994-1995	55,6	5,8	34,6	11,7	32,0	1,2	5,0	6,6	22,8	60,0	26,2	78,6	340	93
1995-1996	21,8	19,4	9,8	10,1	13,5	9,5	16,4	16,8	37,9	59,6	40,9	32,7	288	79
1996-1997	34,1	30,8	20,9	6,6	0,9	15,5	4,5	10,6	63,2	53,9	72,6	43,7	357	98
1997-1998	38,0	41,5	11,7	21,4	6,2	17,6	2,8	12,8	112,1	37,7	41,7	58,9	402	111
1998-1999	55,5	51,0	9,5	12,8	7,7	17,7	10,5	26,5	6,9	66,6	113,1	34,2	412	113
1999-2000	38,0	37,0	25,0	47,0	19,0	39,0	33,0	27,0	5,0	76,0	64,0	31,0	441	121
2000-2001	15,0	54,0	41,3	10,9	30,7	8,6	53,1	25,8	22,1	43,6	55,7	78,9	440	121
2001-2002	35,9	48,2	16,7	27,6	23,2	12,6	11,2	13,8	32,9	76,1	90,2	32,2	421	116
2002-2003	25,6	28,4	22,5	6,7	25,8	5,5	1,4	11,0	45,5	49,9	52,2	114,8	389	107

2.3 Gruveområdet

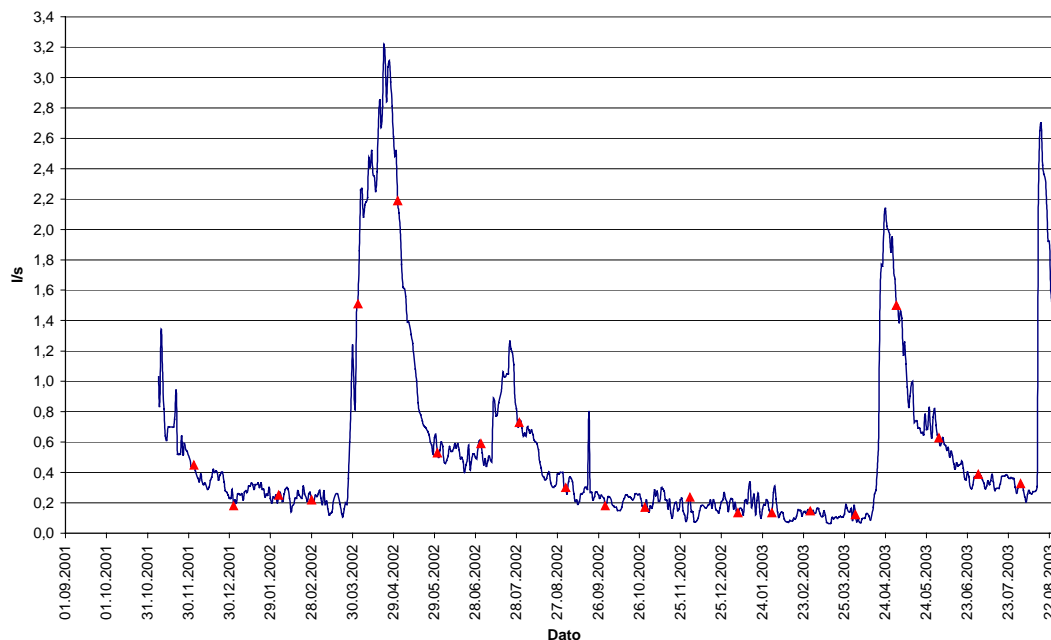
Figur 5 og figur 6 viser vannføringsobservasjonene for stoll 2 og for samlet avrenning ved slamdammen. I tabell 3 er sammenstilt noen nøkkeltall for de to målestasjonene i gruveområdet. Tallene for stoll 2 er de mest pålitelige. Ved målepunktet for samlet avrenning ved slamdammen har det vært noe driftsproblemer som skyldes at inntakskummen til drensledningen nedenfor riksveien ikke greier å ta unna alt vann når det blir stor flom. Ved et par anledninger har også måleprofilen i kummen vært overskredet. Tilløpsrøret til målekummen ble også gjentettet med sand slik at alt vannet gikk i overløp på inntakskummen. Både minimums- og maksimumsverdiene er derfor feil. For beregning av døgnmiddelverdier og årsavrenning er derfor målinger ved stoll 2 lagt til grunn for estimering av verdier for stasjon 2 slamdam i perioder med manglende data.

Tabell 3. Vannføringer for målepunktene i gruveområdet.

Stasjon	År	Avrenning	Middel	Maks	Min	Median
		m ³ /år	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
Stoll 2	2001-2002	19983	2,3	12,6	0,37	1,37
Stoll 2	2002-2003	13221	1,5	13,9	0,18	0,87
Slamdam*)	2001-2002	131544	9,3	40,8	0,36	6,8
Slamdam**)	2002-2003	87696	10,1	155	1,7	6,6

*) Manuelle målinger i perioden 25.01-20.03.02. Tett innløp 24.06-01.07.02 (tap av vann under flomtopp).

***) Manuelle målinger i perioden 20.11.02-06.03.03.

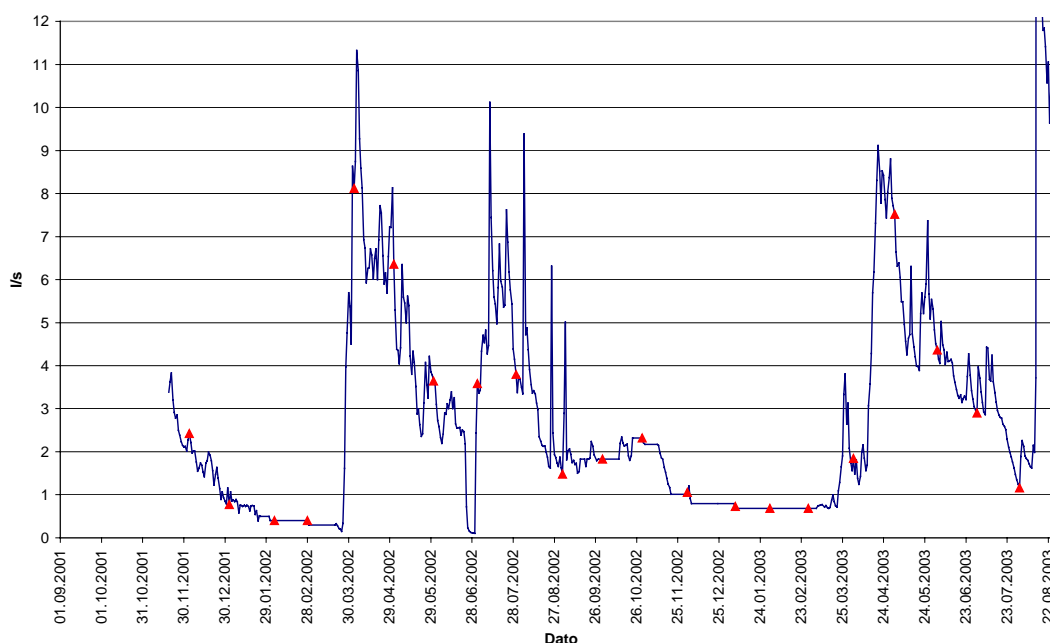


Figur 5. Døgnmiddelvannføringer ved utløp av stoll 2 i perioden 2001-2003 med markering av prøvetakingstidspunkter.

Figurene viser et av problemene som avrenningen fra gruveområdet forårsaker. Vanligvis inntreffer flomtoppen i gruveområdet om våren lenge før en får økt vannføring i vassdraget. I denne perioden, som kan vare 2-3 uker, kan en observere meget høye metallkonsentrasjoner i Folla nedstrøms Follidal sentrum.

Gruveområdet er drenert ved en rekke drensør, grøfter og drensledninger. Figur 8 viser området slik det ser ut idag (Tegning av Olav Kjøllestad, 18.11.1993).

Avrenning fra det øverste området, mellom New Shaft og Tyskerholet, samles i en drensgrøft som fører til New Shaft. I grøfta er lagt drensør. Vannet går videre inn i et sandfang og videre via et 6" rør med varmekabel i ned til ledningsnett som begynner ved brakke 17. I perioder med flom tar ikke 6"-røret unna vannet. New Shaft fungerer da som "overløpskum" til gruva som er drenert av stoll 2. New Shaft er delvis gjenfylt med stein og tar ikke unna alt vannet når flommen blir stor nok. Under slike episoder tar vannet veien mot brakke 17 som ligger utsatt til. Slike flommer har forårsaket skade på veinett, tomter, samt at kjellere fylles med vann. Siste rapporterte flom var i april 1999.



Figur 6. Døgnmiddelvannføringer ved slamdam 2001-2003 med markering av prøvetakinger.

Det er nødvendig å forbedre rørrettet. Det synes også uheldig å føre drensvannet til gruva, da lite forurenset flomvann skyver ut sterkt forurenset vann i gruva, dvs. en får en økt metalltransport ut av stoll 2 på et lite gunstig tidspunkt da vannføringen i Folla ennå ikke har økt nevneverdig. Det er nødvendig å øke kapasiteten på overføringen fra sandfanget til ledningsnett fra brakke 17. Ledningsnett som består av rør med 8" dimensjon og 500 mm dimensjon munner ut foran en kulvert som fører vannet under riksveien og videre på et rørrnett over arealet til den gamle slamdammen og videre ut i Folla.

Fra stoll 2 kommer 2 stk 8" ledninger ut i en mottakskum. Fra kummen går vannet inn på et 6" lukket overvannsnett som fører fram til kulverten som går under riksveien. Dersom ikke rørrettet tar unna alt vannet, er det et nødoverløp fra kummen til det andre 500 mm rørrettet. På 6"-rørrettet er også koplet på tilførsler fra en rekke kummer i området som samlet opp forurenset overflatevann fra avfallstippene. I området nedenfor "Lastinga/Dueslaget" ble det fjernet en del avfallmasser som ble

deponert på Tverrfjellet. Det gamle driftsområdet (hjemfallsområdet), som er lokalisert mellom plukkhuset, flotasjonen, lastinga/dueslaget, mekanisk verksted og saga, er drenert vha. en rekke drenerør, samt ca. 30 kummer som fungerer som sluk og sand-/slamfang. I den øverste delen av området ledes en del av overvannet, samt noe av dreneringen via et sandfang til sjakt 390 som har kommunikasjon til stoll 2 og videre ut i det lukkede overvannsnettet. Resten av drenerørene (4") er ført inn på 6" ledninger som fører til det lukkede 6" overvannsnettet.

Nedenfor gruveområdet er også laget to steinsatte grøfter, 1-1,5 m dype som fører fram til to store samlekkummer ved industribygget til Norø. Fra disse kummene er ført et 500 mm rørnett ned til riksveien. Det er også en steinsatt grøft nedenfor bygget til Norø, og som fører fram til Sagvegen der overflatevannet i grøfta tas inn i en samlekkum og føres inn på 500 mm nettet (se figur 7).



Figur 7. Drensgrøft mellom Sagvegen og industribygget til Norø.

3. Vannkvalitet

3.1 Undersøkellesprogram

Tabell 4 gir en oversikt over prøvetakingsstasjoner som har vært benyttet i undersøkelsesprogrammet i perioden 2001-2003.

Tabell 4. Prøvetakingsstasjoner for undersøkelser av avrenning fra Folldal sentrum i 2001-2003.

St. nr.	Navn	Frekvens	Posisjon målt med GPS
1	Gruvevann utløp stoll 2	1 x mnd.	N 62° 08,383'; E 09° 59,310'
2	Utløp drensledning ved gamle slamdam	1 x mnd.	N 62° 07,995'; E 09° 58,456'
Fo7	Folla ved Folshaugmoen	1 x mnd.	N 62° 07,746'; E 10° 07,244'
	Overløp Nordre Geitryggen Stigort 73 Vest	Ved befaring	N 62° 09,009'; E 10° 04,885'
	Sig fra velte Søndre Geitryggen	Ved befaring	N 62° 07,978'; E 10° 05,993'
	Utløp Rørossstollen, Søndre Geitryggen	Ved befaring	N 62° 68,021'; E 10° 06,508'
	Bekk nedenfor Nygruva	Ved befaring	N 62° 06,731'; E 09° 54,326'
	Drensgrøft ved innløp til New Shaft	Ved befaring	N 62° 08,507'; E 09° 59,752'

Ved valg av analyseprogram er det lagt mest vekt på parametre som har tilknytning til de forvitningsprodukter som dannes i gruver og gruveavfall (tungmetaller, sulfat). I tillegg er tatt med pH og konduktivitet som gir informasjon om generell vannkvalitet og innhold av salter. Ved analyse av metaller og svovel er benyttet atomemisjonsteknikk (ICP). Ved analyse av drensvannet er benyttet vanlig ICP-teknikk, mens prøvene fra Folla er analysert v.h.a. ICP-teknikk med massespektrometer som detektor (ICP-MS). Alle analysene er utført ved NIVA.

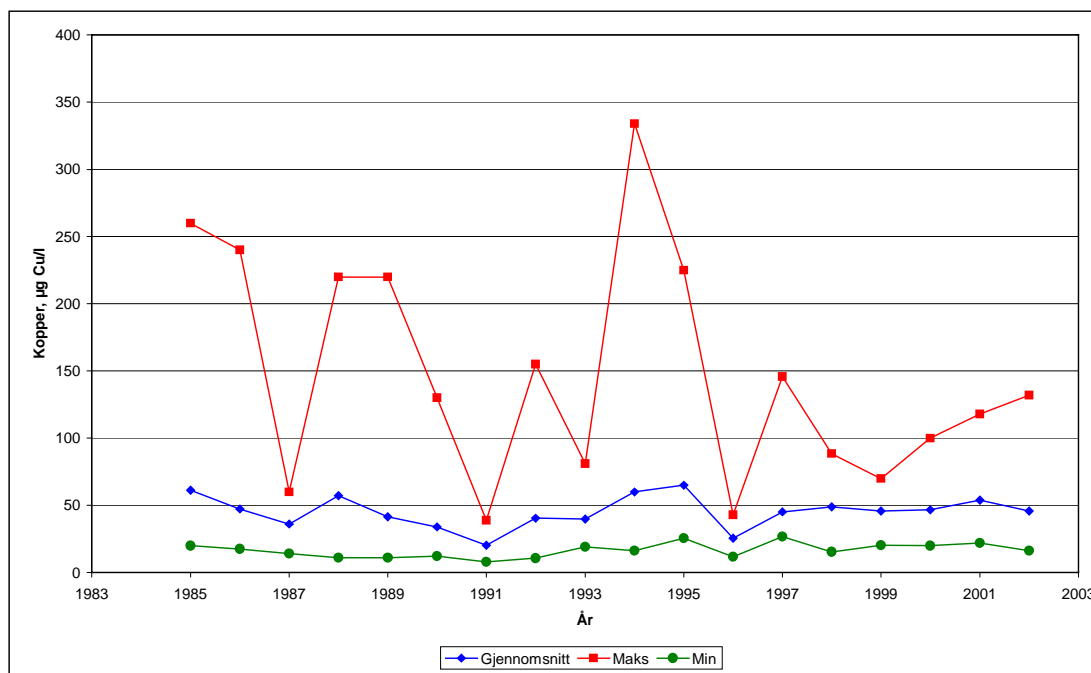
3.2 Stasjon Fo7 - Folla ved Folshaugmoen

Stasjonen ved Folshaugmoen ble opprettet i 1966 i forbindelse med kartlegging av effektene av tilførselene fra gruvevirksomheten i Folldal sentrum som på det tidspunkt ennå var igang. Vi viser til sluttrapporten for Folldal Verk fra 1999 (Iversen et al, 1999) der det er gjort en samlet fremstilling av analysematerialet for stasjonen for perioden 1970-1998. Fra og med 1984 er stasjonen prøvetatt regelmessig en gang pr. måned.

Etter at Miljøsikringsfondet overtok ansvaret for oppfølging av vannkvaliteten i Folla, ble analyseprogrammet noe forenklet i 1999 til å omfatte de viktigste tungmetaller, samt pH, konduktivitet og sulfat. Etter at Bergvesenet overtok ansvaret for oppfølgingen av vannkvaliteten i Folla i november 2001, har undersøkelsene fulgt samme opplegg. Hensikten med denne stasjonen er å kontrollere endringer i vannkvaliteten i Folla etter tiltakene som ble gjennomført i 1994. Analyseresultatene for perioden 2001-2003 er samlet i tabell 17 og tabell 18, mens tabell 21 gir en oversikt over beregnede tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametre for hydrologiske år i perioden 1997-2003.

Resultatene viser som i tidligere år at de sterkt sure tilførselene fra gruveområdet i Folldal sentrum ikke har noen merkbar effekt på pH-verdien i Folla. Dette betyr at Folla har tilstrekkelig bufferkapasitet til

å nøytralisere disse tilførselene. Når det gjelder tungmetallene, er det ingen endringer av betydning når det gjelder nivåene i tiden etter 1994 da tiltakene ble avsluttet. Forholdene i 2003 har vært spesielle idet lite nedbør har ført til at vannføringene har vært lavere enn normalt. Dette kan være årsaken til noe lavere tungmetallkonsentrasjoner for siste periode (mindre utvasking fra avfall i dagen). Figur 9 gir en grafisk fremstilling av middel-, maksimums- og minimumsverdier for kobber for kalenderår i perioden 1985-2002. I de siste år har middelveidien for kobber variert omkring 50 µg/l. Når det gjelder maksimumsverdier, har tidligere erfaringer vist at disse kan variere svært mye fra dag til dag. Når prøvetakingsfrekvensen kun er månedlig, må en regne med store variasjoner fra år til år.



Figur 9. Maksimums-, minimums- og gjennomsnittskonsentrasjoner for kobber i Folla ved Folshaugmoen (kalenderår 1985-2002)

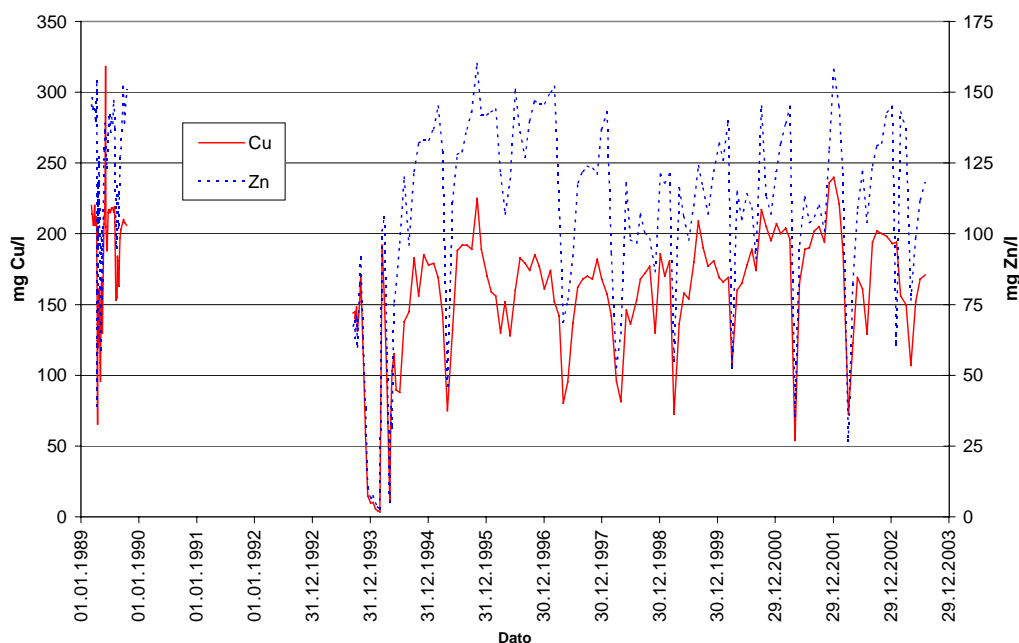
3.3 Folldal sentrum

3.3.1 St.1 Gruvevann utløp stoll 2

Analyseresultatene for perioden 2001-2003 er samlet i tabell 13 og tabell 14. I tabell 19 er beregnet årlige middelveidier for de viktigste komponenter i gruvevannet for hydrologiske år i perioden 1993-2003. Resultatene viser at vannkvaliteten er sterkt sur og med et meget høyt innhold av oppløste salter (forvittringsprodukter). En legger spesielt merke til at jern- og sulfatkonsentrasjonene er svært høye, noe som tyder på at forvittringsprosessen i gruva har et betydelig omfang. Vannet er brunfarget, noe som viser at mesteparten av jernet er i treverdige form. Dette viser at det er god tilgang på luft til gruva.

Det har vært ubetydelige endringer i vannkvalitet i løpet av de ti siste år. En ser av figur 10 at kobber- og sinkkonsentrasjonene har vært forholdsvis stabile i løpet av de årene det er tatt prøver. De variasjoner som kan påvises, har trolig sammenheng med nedbør og klima. Noe avvikende resultater vinteren 1993/94 skyldes sterk kulde og liten avrenning (unormal vannkvalitet). De høyeste konsentrasjonene inntreffer som regel når vannføringen er lavest som om vinteren. Det pågår forvitring i gruva også om vinteren. Om våren når tilsiget øker, kan en derfor i en periode samtidig med at vannføringen øker, også ha forholdsvis høye metallkonsentrasjoner. En mulig forklaring på dette kan ha sammenheng med at smeltevann som kommer inn skyver ut mer forurenset vann som står

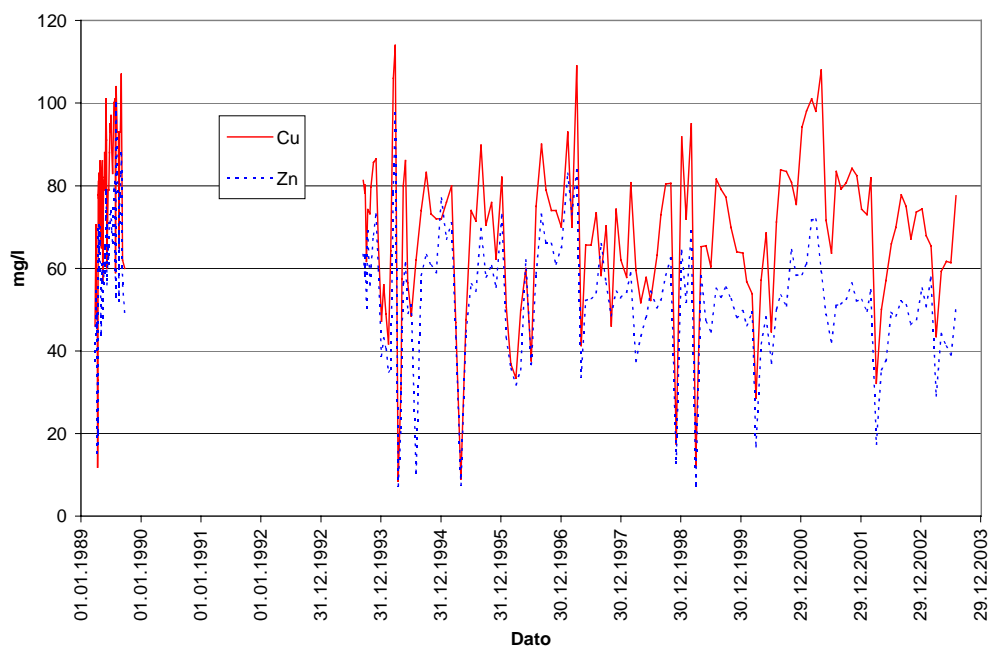
i gruva. Slike utslipp kan forårsake høye metallkonsentrasjoner i Folla dersom ikke vannføringen i Folla har økt tilsvarende. I denne sammenheng kan det derfor være uheldig at vann fra øvre område nedenfor Tyskerhullet føres inn i New Shaft.



Figur 10. Kobber-og sinkkonsentrasjoner ved utløpet av stoll 2.

3.3.2 St 2. Samlet avrenning. Drensledning ved gamle slamdam

Analyseresultatene for 2001-2003 er samlet i tabell 15 og tabell 16, mens tabell 20 gir en oversikt over beregnede tidsveiede årlige middelerverdier for de viktigste komponenter i drensvannet. Beregningen er gjort for hydrologiske år for perioden 1993-2003. Vannkvaliteten ved denne stasjonen er dominert av det største enkeltbidraget, gruvevannet fra stoll 2. Vannet er sterkt surt (se forsidebildet), men innholdet av oppløste salter er lavere enn ved stoll 2. Dette skyldes at drensledningen også mottar en del overflatevann som er mindre forurenset enn gruvevannet, hovedsaklig fra en lite forurenset bekk som kommer inn i kulverten under riksveien. Figur 11 viser grafisk alle kobber- og sinkobservasjoner i perioden 1989-2003. Resultatene ved utgangen av august måned 2003 tyder fortsatt ikke på at det har skjedd store endringer i vannkvaliteten i observasjonsperioden.



Figur 11. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved St.2 Samlet avrenning ved slamdam 1989-2003.

3.3.3 Området ved Tyskerholet-New Shaft

Den 27.08.2003 ble det tatt en stikkprøve i grøfta som mottar dreinsvann fra den øverste delen av gruveområdet nedenfor Tyskerholet (se forsidebildet). Dreinsgrøfta fører mot New Shaft. Resultatene i tabell 5 viser at vannkvaliteten er sterkt sur, men metallkonsentrasjonene er betydelig lavere enn for stoll 2 og samlet avrenning. Vannføringen var meget beskjeden på prøvetakingstidspunktet. Etter å ha innhentet noen flere erfaringer spesielt når avrenningen er stor, bør det vurderes å gjøre tiltak for å hindre at vannet går inn i New Shaft, da det er fare for at vannet forårsaker økt transport av mer forurenset vann fra gruva i perioder med flom. Forholdet bør kartlegges nærmere.

Tabell 5. Dreinsrør til New Shaft tatt 27.08.2003.

pH	Kond. mS/m	Al mg/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Vannf l/s
2,66	262	58	1410	116	46,4	161	14,9	3,76	0,007	1,9	0,19	<0,1

3.3.4 Nordre Geitryggen

I tabell 6 er samlet noen av de viktigste analyseresultater som er innsamlet ved denne lokaliteten. Prøve tatt i 1966 ble tatt mens det var drift. Gruva er nå helt vannfylt. De øvrige prøvene er tatt av overløpsvannet der det kommer ut av stigort 73 vest. Gruvevannet fra Nordre Geitryggen har aldri vært surt. Sink er viktigste metall i avrenningen. Det ser ikke ut til at vannkvaliteten har endret seg nevneverdig i løpet av de siste 20 år. Sinkkonsentrasjonen er lavere enn under driftsperioden. Jernet i overløpsvannet foreligger sannsynligvis i det vesentligste i toverdige form og oksiderer raskt til treverdige når det luftes i bekken nedenfor overløpet (se figur 12). Bekken fører mot Svensbekken og Folla.

Tabell 6. Gruvevann fra Nordre Geitryggen. Overløp stigort 73 vest.

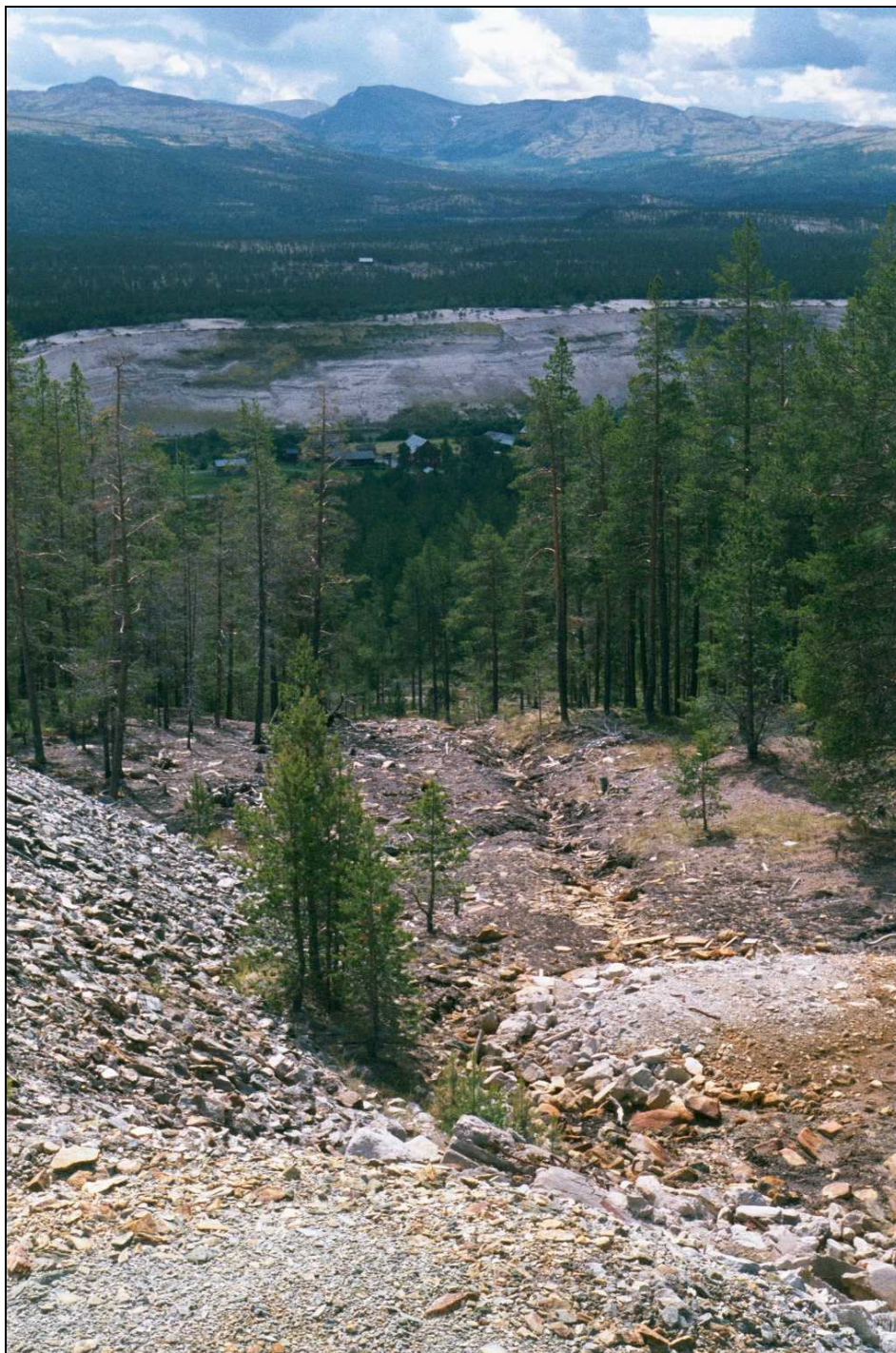
Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf. l/s
01.07.1966	7,80	99,0	495	194	58,2	0,11	0,062	6,30				
07.10.1983	6,82	68,6	276			7,23	0,020	3,71				
14.05.1984	6,72	37,1	152	57,8		4,60	0,024	1,74				
23.05.1995	6,55	72,2	216	112	12,0	7,93	0,089	2,59	0,0052	1,47	1,75	
06.07.2002	6,85	77,6	265	130	14,0	9,95	0,019	3,42	0,0046	1,53	3,51	1,78

**Figur 12.** Overløpsvann fra Nordre Geitryggen, stigort 73 vest.

3.3.5 Søndre Geitryggen

I gruveområdet ved Søndre Geitryggen er deponert en del avfallsberg fra forskjellige tidsepoker. En del av massene er sterkt forvitret. Sivevannet fra tippmassene blir stort sett tatt opp i løsmassene nedenfor. Det kan påvises en del skade på vegetasjonen. En større kjegleformet tipp fra siste driftsperiode (1950-årene) produserer en sterkt sur avrenning som er prøvetatt ved et par anledninger. Resultatene som er samlet i tabell 7, viser at vannkvaliteten er sterkt sur med betydelige tungmetallkon-

sentrasjoner. Prøvene ble tatt av stillestående vann i drengrofta nedenfor tippen (se figur 13). Siget forsvinner i grunnen et stykke nedenfor tippen. Avrenningen vurderes som for beskjeden til å ha noen betydning for Folla. Gruvevannet fra Rørosstollen fører mot en bekk som løper inn i Folla ovenfor stasjon Fo7 ved Folshaugmoen. I tabell 8 er samlet de analyseresultater som foreligger fra NIVAs prøvetakinger av lokaliteten. Ved siste prøvetaking ble det også målt vannføring. Gruvevannet er ikke surt, men inneholder likevel noe kobber og sink. Avrenningen vurderes som for beskjeden til å ha noen betydning for Folla.



Figur 13. Drensgrøft nedenfor tipp ved Søndre Geitryggen.

Tabell 7. Sigevann fra tipp ved Søndre Geitryggen gruve.

Dato	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Mn	Ni	Co	Si	Vannf.
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
23.05.1995	2,78	437	3725	278	150	132	494	64,7	169	0,62	14,4	0,52	0,82	31,4	<0,1
06.07.2002	2,33	674	6617	383	250	179	1090	113	307	1,11	18,5	0,82	1,47	62,4	<0,1

Tabell 8. Gruvevann ved utløp av Rørosstollen.

Dato	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Mn	Ni	Co	Si	Vannf.
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
07.10.1983	7,87	139	656				3,23	0,72	4,96						
14.05.1984	7,60	135	731	250		2,05	6,71	2,14	5,00						
23.05.1995	6,65	93,3	377	152	18,2	1,28	3,85	1,30	4,20	<0,001	0,55	<0,01	<0,01	2,04	
06.07.2002	7,43	86,0	347	147	18,8	3,61	6,31	1,16	3,77	0,008	0,48	0,021	0,024	4,04	1,63

3.3.6 Nygruva

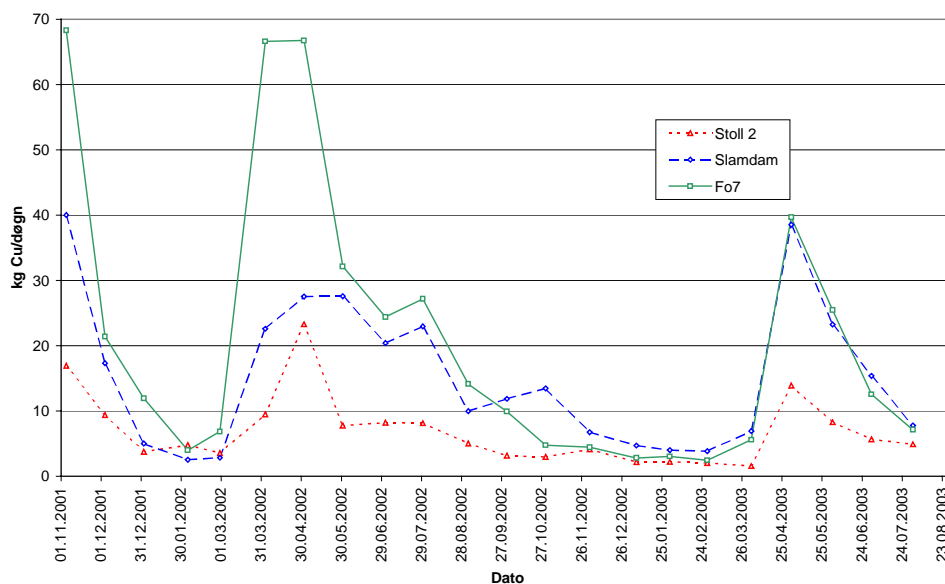
Det er lite veltemasser i gruveområdet ved Nygruva eller Grev Moltke gruve. Gruveåpningen er gjenfylt. Avrenningen går mot Sveabekken som fører inn i Folla ovenfor Folldal sentrum og skytebanen (Fo5). Bekken fra gruveområdet er prøvetatt ved et par anledninger. Resultatene er samlet i tabell 9. Bekken er tydelig påvirket av avrenning fra gruveområdet, med metalltransporten fra området vurderes som for beskjeden til å ha noen betydning for Folla.

Tabell 9. Bekk fra Nygruva ved bru nedenfor gruveområdet.

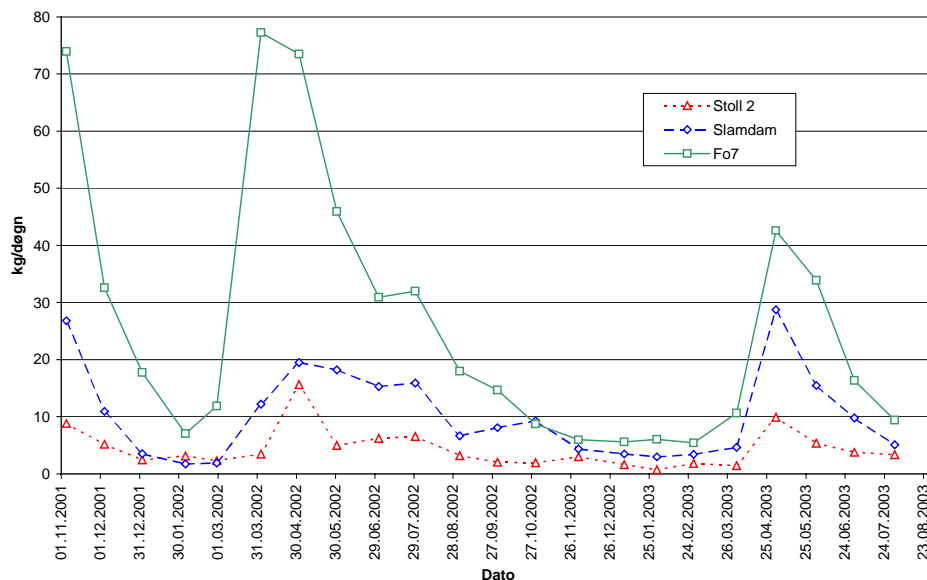
Dato	pH	Kond	SO ₄	Al	Ca	Cd	Co	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Si	Zn	Vannf.
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
14.05.1984	6,65	30,7	122	0,40	44,7			0,32	0,32					4,76	
06.07.2002	7,14	27,4	92,8	0,71	38,8	0,006	0,009	0,30	0,27	5,57	0,42	0,018	1,41	2,04	7,98

4. Forurensningstransport

Ved hjelp av vannføringsobservasjon og analyseverdi kan den momentane materialtransport beregnes. I tabell 22 og tabell 23 i vedlegg A er gjort en beregning av døgntransport i perioden 2001-2003 for kobber og sink ved de to stasjonene i gruveområdet og i Folla. De beregnede døgntransportverdier er presentert grafisk i figur 14 og figur 15.



Figur 14. Momentane transportverdier for kobber i 2001-2003.



Figur 15. Momentane transportverdier for sink

En ser av tabellene og figurene at transporten var størst om våren. Det er stor forskjell på de to årene 2001-2002 og 2002-2003. Transporten var vesentlig høyere det første året. Når det gjelder kobber ser en at i perioder med stor avrenning som følge av snøsmelting eller mye nedbør, er kobbertransporten i Folla vesentlig større enn ved utløpet av røret for samlet avrenning fra gruveområdet (st.2). I andre deler av året er forskjellene mindre mellom st. 2 og Fo7. Om vinteren og i tørre perioder er gruvevannet største forurensningskilde. I 2003 var det liten forskjell mellom st. 2 og transporten i Folla, noe som sannsynligvis har sammenheng med lite nedbør. Når det gjelder sink, viser variasjonene samme mønster, men transporten i Folla er stort sett hele tiden vesentlig høyere enn ved st.2.

Når en vurderer forurensningstransporten, er det viktig å være klar over en del forhold:

- Undersøkellesprogrammet er forholdsvis enkelt idet det kun er basert på stikkprøver. I Folla vet en fra tidligere undersøkelser at konsentrasjonene kan endre seg svært mye fra dag til dag i flomperioder.
- Vannføringsobservasjonene i Folla om vinteren er mer usikre enn om sommeren pga. isforholdene.
- Det har vært noen driftsproblemer i forbindelse registrering av vannføring for samlet avrenning idet måleprofilen blir overskredet under stor flom, samt at rørnettets ikke tar unna.

Når det er mye nedbør eller snøsmelting, kan en observere at det står forurenset vann i drengroftene for overflatevann. Dette vannet trenger ikke inn på drengroftnettet. Det er svært sannsynlig at deler av avrenningen fra gruveavfallet i dagen ikke fanges opp av rørnettets, men transporteres i grunnen ned mot Folla. Sink-, sulfat-, kadmium- og toverdige jernioner er mer mobile enn kobber- og treverdige jernioner ved transport gjennom løsmassene. Sistnevnte forhold kan være en mulig forklaring på at sinktransporten i Folla er vesentlig høyere enn kobbertransporten, mens for de to stasjonene i gruveområdet er kobbertransporten høyere enn sinktransporten. Dette innebærer at deler av overflateavrenningen i gruveområdet ikke når fram til Folla, men fanges opp av løsmassene. Hvor stor denne avrenningen er, er vanskelig å kvantifisere helt eksakt da prøvetakingsprogrammet er forholdsvis enkelt.

I tabell 10 er det gjort en beregning av årstransporten for de viktigste komponenter for de årene det er foretatt vannmengdemålinger i Folla.

Tabell 10. Årstransport i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år.

	Cu	Zn	Fe	Cd	SO₄	Vannmengde
	tonn	tonn	tonn	kg	tonn	m³
1997-1998	10,7	14,9	145	48,8	2976	243961632
1998-1999	12,3	17,2	179	49,1	3118	245500416
1999-2000	11,4	16,8	157	45,6	3043	253573632
2000-2001	13,5	16,3	186	50,6	3168	266194080
2001-2002	14,1	18,5	169	54,5	3165	259439328
2002-2003	4,7	7,4	71	21,1	1634	140888144

Beregningen er gjort ved å multiplisere tidsveiet årsmiddel for de aktuelle parametre med årsavrenningen (sum av døgnmiddelvannføringer). Tilsynelatende var det en økende transport fram til året 2002-2003. I siste periode var årstransporten betydelig mindre enn i samtlige foregående år. Det er tydelig at forholdet har sammenheng med at vannføringen i Folla var av størrelsesorden bare halvparten av normalt, dvs lite nedbør førte til liten utvasking fra gruveområdet.

I tabell 11 og tabell 12 er det gjort beregninger av årstransporten for stasjonene i gruveområdet. Det er bare i de to siste år at en har hatt kontinuerlige vannføringsmålinger ved disse stasjonene, dvs at en

kan beregne transporten på samme måte som for stasjonen i Folla. I de foregående år har en beregnet årstransporten ved å tidsveie enkeltobservasjoner over året. Det er usikkert hvilken usikkerhet forskjell i beregningsmåte medfører.

Tabell 11. Årstransport ved utløpet av stoll 2. Hydrologiske år

	Cu	Zn	Fe	Cd	SO₄	Vannmengde
	tonn	tonn	tonn	kg	tonn	m³
1993-1994	0,99	0,67	14	2,6	64,4	
1994-1995	5,4	4,1	93	1,6	370	
1995-1996	1,8	1,4	29	2,3	116	
1996-1997	2,9	2,3	49	6,5	220	
1997-1998	5,4	3,9	85	14,4	379	
1998-1999	5,1	3,5	75	13,9	328	
1999-2000	4,5	3,0	64	13,3	276	
2000-2001	3,7	2,2	45	9,5	183	
2001-2002	3,6	2,3	48,3	8,6	216	19983
2002-2003	2,3	1,6	33,3	5,6	148	13221

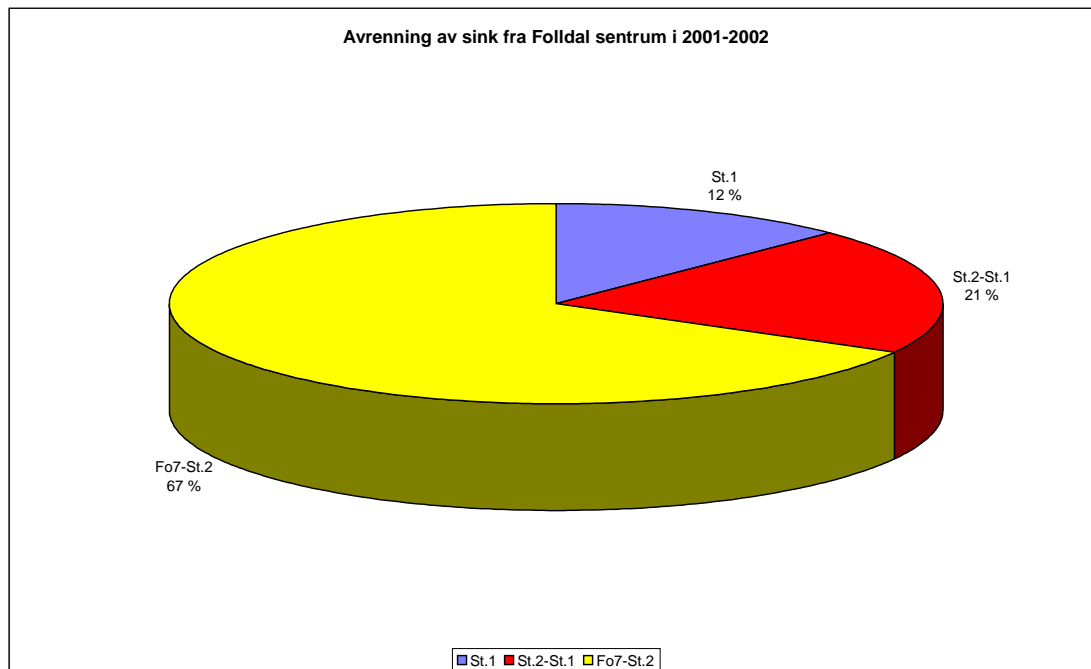
Tabell 12. Årstransport ved utløp av drenerør for samlet avrenning (slamdam). Hydrologiske år.

År	Cu	Zn	Fe	Cd	SO₄	Vannmengde
	Tonn	Tonn	Tonn	kg	Tonn	m³
1993-1994	5,6	4,5	57,5	18,2	315	
1994-1995	9,4	8,2	120	26,5	822	
1995-1996	1,9	1,7	20	5,0	110	
1996-1997	4,6	3,8	53,9	8,2	287	
1997-1998	6,1	5,1	72,3	19,5	388	
1998-1999	7,1	5,4	91,8	20,6	457	
1999-2000	9,4	6,8	119	32,8	601	
2000-2001	16,3	9,9	226	45,7	870	
2001-2002	9,0	6,1	101,7	21,1	553	131544
2002-2003	5,9	4,1	71,2	14,2	371	87696

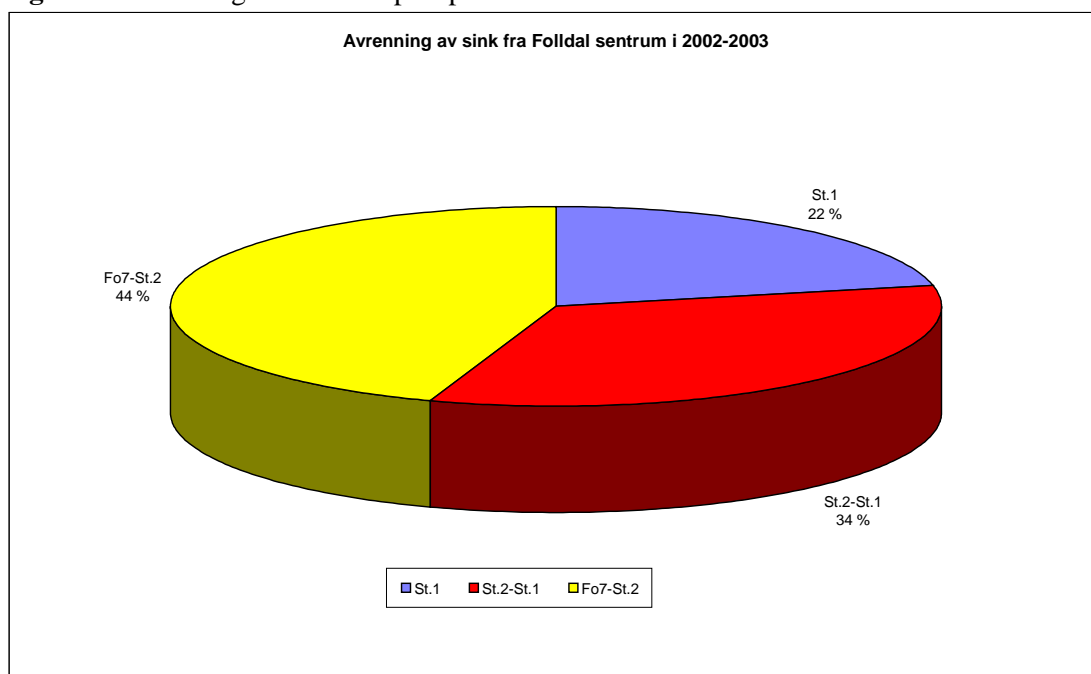
Som for stasjonen i Folla ser en at både samlet årstransport og transport fra gruva var betydelig mindre i siste år, og at dette har sammenheng med at vannmengdene også var mindre.

Sink er det mest mobile metallet i avrenningen fra gruveområdet. Dersom en benytter beregnede transporttall for sink i gruvevann (st.1), samlet avrenning (st.2) og i Folla (Fo7), er det i figur 16 og figur 17 gjort en fremstilling av hvordan sinktransporten fordeler seg på hovedkildene i de to årene 2001-2002 og 2002-2003. Utgangspunktet for beregningen er at en benytter transporten ved Fo7 som et mål for samlet avrenning av sink fra området. Differansen mellom st.2 og st.1 kan betraktes som den mengde som dreneringssystemet fanger opp ut over tilførsler fra gruva. Differansen mellom Fo7 og st.2 kan betraktes som diffuse tilførsler fra området som ikke fanges opp av dreneringssystemet. Figurene viser at mellom 44 og 67 % av sinktilførslene fra området ikke fanges opp av dreneringssystemet. Som nevnt foran er tallene usikre da kun resultater fra stikkprøver er lagt til grunn for beregningen. Beregningen viser imidlertid at i tørre perioder transporterer dagens rørnett forholdsvis mer av avrenningen fra gruveområdet enn i perioder med nedbør. Dersom en lykkes med å samle opp all av-

renning fra gruveområdet, og at en antar at forholdet mellom kobber og sink er det samme som for st.2, og at all sinkavrenning når fram til Folla idag, tyder det tallmaterialet som foreligger idag på at kobberavrenningen ved kildene er ca 15-30 tonn/år, avhengig av nedbørforholdene.



Figur 16. Fordeling av sinktransport på kilder i 2001-2002.



Figur 17. Fordeling av sinktransport på kilder i 2002-2003.

Når det gjelder de andre kildene, Nygruva, Nordre og Søndre Geitryggen, kan det beregnes transportverdier vha. observert vannføring og analyseverdi. Dersom en betrakter observert vannføring på prøvetakingsdatoen som representativ for året, blir sinktransporten følgende. Nygruva –0,5 tonn/år,

Nordre Geitryggen- 0,2 tonn/år, Rørosstollen og Søndre Geitryggen -0,2 tonn/år. Avrenningen fra veltemassene fra Søndre Geitryggen-området er vanskelig å måle da det meste går i grunnen. En antar likevel at tilførslene herfra er relativt beskjedne i forhold til transporten i vassdraget. Gammelelva, som løper ut i Folla nedenfor renseanlegget, mottar også noe avrenning fra avgangsmasser i området. Mye av disse massene ble deponert på Hjerkin, men en kan fortsatt observere noe avrenning langs et bekkefar som går fra Nybyen og forbi samfunnshuset og videre ned til Gammelelva. Gammelelva (st.3) ble prøvetatt i perioden 1993-1998. Resultatene tyder ikke på at transporten her er av noen vesentlig betydning.

5. Samlet vurdering

Avrenningen fra gruveområdet i Folldal sentrum har vært fulgt opp med et fast årsprogram siden 1993. Programmet har omfattet rutinemessig prøvetaking ved to stasjoner i gruveområdet og en i Folla nedstrøms Folldal sentrum. Programmet ble forbedret høsten 2001 ved å gjennomføre kontinuerlige vannføringsmålinger for de to stasjonene i gruveområdet. Høsten 2003 kunne det fortsatt ikke spores noen endringer av betydning mht. forurensningssituasjonen i området. Dersom man tar sikte på å nå en gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon i Folla på 10 µg/l, innebærer dette at man må redusere tilførslene av kobber med minst 80 % i forhold til dagens nivå.

Når det gjelder forurensningstransport, varierer denne forholdsvis mye avhengig av nedbør, klima og årstid. I perioder med liten avrenning, som under vintersituasjonen, er gruvevannet største forurensningskilde i området. I andre deler av året er avrenning fra gruveavfall i dagen av størst betydning. Sett på årsbasis tyder resultatene på at variasjonene kan være mer enn 100 %. Resultatene viser at store deler av avrenningen ikke fanges opp av eksisterende dreneringssystem. Dersom man tar sikte på en behandling av drensvann som tiltak, blir det derfor en hovedoppgave å vurdere hvordan man skal foreta en effektiv oppsamling av drensvann. Resultatet av et slikt tiltak vil være avhengig av effektiviteten til dreneringssystemet.

Et annet forhold som det også er nødvendig å se på, er å redusere tilførslene av uforurenset vann inn i gruveområdet. Dette er nødvendig for å redusere dimensjonene til et eventuelt fremtidig behandlingsanlegg. Idag går det en del mer eller mindre forurenset flomvann inn i gruva gjennom New Shaft. Det bør vurderes å lede dette utenom sjakten. Derved oppnås en redusert metalltransport ut av stoll 2 i flomperioden om våren. Det bør også vurderes om dette vannet kan ekskluderes fra et fremtidig behandlingsanlegg i perioder med flom, og om det er mulig å tette noen av de gamle gruveåpningene over stoll 1 som ble gjenfylt med morene fra dalbunnen i 1905-1906. Hensikten er å redusere gruvevannmengdene ytterligere.

Vannføringsobservasjonene ved målestasjonen for samlet avrenning har hittil også omfattet en del lite forurenset overflateavrenning. Måledataene er derfor ikke egnet som beregningsgrunnlag for et fremtidig behandlingsanlegg. Senere på høsten 2003 vil en derfor ta sikte på å flytte målepunktet til enden av det største drensrøret fra gruveområdet, og føre det mindre drensrøret som mottar gruvevann inn på det store røret. En vil derved få mer egnede data for flomvannføringer. Det vil også være lettere å kontrollere effekten av å forbedre oppsamlingen av drensvann.

Uansett valg av tiltak vil en av de viktigste deloppgavene bli å gjøre rede for vannets bevegelser i området, både når det gjelder uforurenset vann og surt drensvann. En naturlig start kan være å forbedre nedre drensgrøft som går fra Sagvegen og videre oppover mellom industribygget til Norø og Folldal bilstasjon, og videre oppover i terrenget ovenfor boligene. Trasévalget ovenfor krysset ved Norø kan evt. bestemmes etter prøvegraving av sjakter. Når det gjelder inntrengning av ferskvann er det mulig at det kan gå en grunnvannstrøm inn i gruveområdet i området mellom brakkene og gruveområdet. Denne bør avskjæres og føres mot Gorbekken.

Når en går igang med å forbedre oppsamlingen av drensvann, må en være oppmerksom på at forurensningstilførslene til vassdraget kan øke betydelig, spesielt i perioder med mye nedbør. Foreløpige tall antyder en økning på 50 % i kobbertilførslene, men tallet er usikkert da feltundersøkelsene ikke har hatt som målsetting å vurdere slike forhold nærmere.

Når en ser effekten av forbedrede dreneringstiltak, vil det være lettere å vurdere hvilke mål som er realistiske å oppnå ved en eventuell behandling av drensvann, og om det er mulig å nå de krav til vannkvalitet som SFT har satt for vassdraget.

6. Referanser

- Iversen, E.R., Grande, M. og Aanes, K.J., 1999. Norsulfid AS avd. Folldal Verk. Kontrollundersøkelser etter nedleggelse av driften. NIVA-rapport. L.nr. 4036-99. O-64120. 28. Mai 1999. 91 s.
- Iversen, E.R., 2000. Miljøsikringsfondet Folldal Verk. Oppfølging av forurensningstilførsler fra Folldal sentrum. Undersøkelser i 1999. NIVA-Rapport. L.nr. 4264-2000. O-99155, 13.juli 2000, 26 s.
- Iversen, E.R., 2001. Miljøsikringsfondet Folldal Verk. Oppfølging av forurensningstilførsler fra Folldal sentrum. Undersøkelser i 2000. NIVA-Rapport. L.nr. 4365-2001. O-99155, 2.april 2001, 25 s.
- Iversen, E.R. og Knudsen, C-H., 2002. Miljøsikringsfondet Folldal Verk. Utredning av forurensningsbegrensende tiltak i gruveområdet i Folldal sentrum. NIVA-Rapport, L.nr. 4498-2002. O-21711. 60 s.
- Norges Vassdrags- og Energiverk. Vassdragsdirektoratet. Hydrologisk avdeling, 1987. Avrenningskart over Norge.
- Otnes, J. og Ræstad, E., 1971. Hydrologi i praksis. Ingeniørforlaget A/S. 343 s.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabell 13. Analyseresultater 2001-2002. Stasjon 1. Utløp Stoll 2 Folldal Hovedgruve.

Dato	pH	Kond mS/m	SO₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
05.11.2001	2,61	819	10719	337	499	420	2230	194	101	0,49	14,2	1,19	3,40	55,3
04.12.2001	2,61	971	12635	341	599	475	2870	236	130	0,55	16,7	1,25	3,74	52,8
02.01.2002	2,77	1034	12844	329	654	513	2940	240	158	0,66	17,5	1,34	3,86	59,3
04.02.2002	2,76	1027	12934	329	625	498	2795	221	145	0,65	16,8	1,25	3,60	53,5
28.02.2002	2,66	1032	12725	288	603	470	3060	187	121	0,45	14,1	1,25	3,48	49,5
03.04.2002	2,38	539	5419	175	164	151	1220	72,5	26,6	0,09	4,69	0,51	1,56	32,4
02.05.2002	2,66	686	7994	236	370	283	1790	123	82,4	0,27	9,53	0,79	2,31	43,3
31.05.2002	2,54	858	9940	299	498	371	2240	169	109	0,37	12,6	1,11	3,11	55,1
02.07.2002	2,56	864	10299	339	548	364	2290	161	122	0,38	13,7	1,20	3,50	75,9
30.07.2002	2,56	806	9371	297	470	365	2180	129	104	0,36	12,2	1,10	3,08	54,3
02.09.2002	2,57	929	11497	311	567	439	2510	194	124	0,43	14,3	1,30	3,58	54,7
01.10.2002	2,57	961	12006	321	596	452	2620	202	131	0,46	15,0	1,36	3,77	64,1
30.10.2002	2,58	976	12156	317	599	462	2660	200	132	0,46	14,9	1,36	3,78	54,1
Gj.snitt	2,60	885	10811	301	522	405	2416	179	114	0,43	13,56	1,15	3,29	54,2
Maks.verdi	2,77	1034	12934	341	654	513	3060	240	158	0,66	17,50	1,36	3,86	75,9
Min.verdi	2,38	539	5419	175	164	151	1220	72,50	26,60	0,09	4,69	0,51	1,56	32,4

Tabell 14. Analyseresultater 2002-2003. Stasjon1. Utløp Stoll 2 Folldal Hovedgruve.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
02.09.2002	2,57	929	11497	311	567	439	2510	194	124	0,431	14,30	1,30	3,58	54,7	0,46
01.10.2002	2,57	961	12006	321	596	452	2620	202	131	0,459	15,00	1,36	3,77	64,1	0,27
30.10.2002	2,58	976	12156	317	599	462	2660	200	132	0,459	14,90	1,36	3,78	54,1	0,23
02.12.2002	2,66	1003	11347	307	600	480	2640	198	143	0,489	15,20	1,42	3,80	55,6	0,19
06.01.2003	2,71	1005	12186	314	638	491	2730	193	145	0,498	16,10	1,44	3,81	52,5	0,17
31.01.2003	2,53	1003	12305	321	664	497	2800	194	60,8	0,501	16,50	1,47	3,91	54,0	0,15
28.02.2003	2,70	1014	11856	317	658	475	2700	156	143	0,485	16,70	1,44	3,72	55,3	0,14
02.04.2003	2,71	997	11736	318	638	466	2700	150	137	0,454	16,20	1,39	3,57	55,0	0,13
02.05.2003	2,55	756	8323	260	388	297	1960	107	76,6	0,25	9,94	0,87	2,48	48,6	2,08
02.06.2003	2,55	822	9431	298	467	365	2110	152	98,7	0,337	12,10	1,10	3,09	53,5	0,82
01.07.2003	2,57	871	10479	317	534	403	2350	168	112	0,364	13,40	1,30	3,38	54,8	0,46
01.08.2003	2,58	910	10988	326	560	417	2460	171	118	0,39	14,00	1,30	3,47	55,3	0,46
Gj.snitt	2,61	937	11193	311	576	437	2520	174	118	0,43	14,53	1,31	3,53	54,8	0,46
Maks.verdi	2,71	1014	12305	326	664	497	2800	202	145	0,50	16,70	1,47	3,91	64,1	2,08
Min.verdi	2,53	756	8323	260	388	297	1960	107	60,8	0,25	9,94	0,87	2,48	48,6	0,13

Tabell 15. Analyseresultater 2001-2002. Stasjon 2. Samlet avrenning fra Folldal sentrum ved slamdam.

Dato	pH	Kond mS/m	SO₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
05.11.2001	2,69	462	4910	223	235	215	849	84,2	56,4	0,24	8,67	0,70	1,69	33,4
04.12.2001	2,58	487	4880	189	237	198	960	82,4	52,1	0,18	7,61	0,65	1,62	29,6
02.01.2002	2,70	461	4431	176	213	189	883	74,3	52,4	0,16	7,21	0,65	1,54	25,7
04.02.2002	2,69	465	4431	180	228	186	870	73,0	49,6	0,17	7,90	0,60	1,45	26,2
28.02.2002	2,62	541	5419	160	262	207	1100	81,9	54,8	0,19	7,08	0,66	1,67	24,7
03.04.2002	2,56	314	2111	110	79	70	423	32,2	17,4	0,06	2,92	0,27	0,67	13,9
02.05.2002	2,58	387	3443	149	156	130	616	50,1	35,5	0,13	5,09	0,43	1,02	23,8
31.05.2002	2,49	437	3383	166	178	146	512	57,0	37,6	0,14	5,95	0,52	1,20	25,8
02.07.2002	2,52	454	4072	209	213	173	660	65,9	49,4	0,17	7,62	0,67	1,54	35,1
30.07.2002	2,47	465	4072	187	205	177	781	69,9	48,4	0,17	6,91	0,64	1,47	32,2
02.09.2002	2,53	478	4760	195	237	196	843	77,8	52,1	0,18	8,06	0,73	1,65	33,1
01.10.2002	2,50	482	4521	196	230	187	812	75,0	51,2	0,18	8,17	0,72	1,61	33,4
30.10.2002	2,51	463	4192	181	212	173	740	67,1	46,3	0,16	7,38	0,64	1,44	27,2
Gj.snitt	2,57	454	4202	179	207	173	773	68,5	46,4	0,16	6,97	0,61	1,43	28,0
Maks.verdi	2,70	541	5419	223	262	215	1100	84,2	56,4	0,24	8,67	0,73	1,69	35,1
Min.verdi	2,47	314	2111	110	79	70	423	32,2	17,4	0,06	2,92	0,27	0,67	13,9

Tabell 16. Analyseresultater 2002-2003. Stasjon 2. Samlet avrenning fra Folldal sentrum ved slamdam.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
02.09.2002	2,53	478	4760	195	237	196	843	77,8	52,1	0,180	8,06	0,73	1,65	33,1	2,55
01.10.2002	2,50	482	4521	196	230	187	812	75,0	51,2	0,180	8,17	0,72	1,61	33,4	2,17
30.10.2002	2,51	463	4192	181	212	173	740	67,1	46,3	0,160	7,38	0,64	1,44	27,2	2,17
02.12.2002	2,55	486	4371	148	223	188	876	73,6	47,6	0,182	6,44	0,60	1,46	24,8	1,01
06.01.2003	2,60	477	4641	155	249	197	973	74,4	55,2	0,190	6,89	0,64	1,56	23,2	0,61
31.01.2003	2,49	450	4222	146	230	180	870	67,9	50,7	0,170	6,49	0,60	1,43	22,0	0,61
28.02.2003	2,60	504	4790	157	269	201	989	65,4	57,8	0,190	7,40	0,68	1,60	25,0	0,55
02.04.2003	2,57	366	2838	150	140	126	507	43,5	29,1	0,099	5,15	0,43	0,99	16,6	2,17
02.05.2003	2,64	431	4072	177	193	166	809	59,3	44,2	0,150	6,33	0,55	1,35	28,3	10,19
02.06.2003	2,54	425	3772	167	184	159	714	61,7	41,1	0,140	5,99	0,55	1,33	53,5	4,43
01.07.2003	2,59	410	3743	171	194	160	680	61,4	39,1	0,130	6,24	0,58	1,33	25,9	2,96
01.08.2003	2,51	488	4790	191	244	197	924	77,6	50,6	0,170	7,34	0,69	1,65	30,8	1,52
Gj.snitt	2,55	455	4226	170	217	178	811	67,1	47,1	0,162	6,82	0,62	1,45	28,7	2,58
Maks.verdi	2,64	504	4790	196	269	201	989	77,8	57,8	0,190	8,17	0,73	1,65	53,5	10,19
Min.verdi	2,49	366	2838	146	140	126	507	43,5	29,1	0,099	5,15	0,43	0,99	16,6	0,55

Tabell 17. Analyseresultater. Stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen 2001-2002.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Vannf m ³ /s
01.10.2001	7,78	9,14	11,5	520	57,0	65,0	0,210	6,08
05.11.2001	7,77	9,88	14,1	850	73,0	79,0	0,240	10,83
04.12.2001	7,49	10,60	12,4	504	44,0	67,0	0,190	5,63
02.01.2002	7,40	11,30	13,4	730	48,3	71,7	0,173	2,86
04.02.2002	7,49	11,90	13,4	650	39,8	71,0	0,198	1,15
28.02.2002	7,08	12,80	13,9	726	80,7	140,0	0,421	0,98
03.04.2002	7,32	1,78	22,2	1620	132,0	153,0	0,498	5,84
02.05.2002	5,81	7,84	9,5	667	40,8	44,9	0,127	18,94
31.05.2002	7,17	5,78	5,9	219	16,1	23,0	0,069	23,1
02.07.2002	7,34	8,71	9,3	340	32,4	41,1	0,131	8,71
30.07.2002	7,67	8,89	9,7	470	36,7	43,2	0,140	8,57
Aritm.middel	7,30	8,97	12,3	663	54,6	72,6	0,218	8,43
Maks.verdi	7,78	12,80	22,2	1620	132,0	153,0	0,498	23,10
Min.verdi	5,81	1,78	5,9	219	16,1	23,0	0,069	0,98

Tabell 18. Analyseresultater. Stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen 2002-2003.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Vannf m ³ /s
02.09.2002	7,58	9,94	9,5	432	33,3	42,4	0,12	4,91
01.10.2002	7,43	9,66	9,6	331	26,2	38,7	0,11	4,38
30.10.2002	7,36	11,4	11,6	445	29,6	54,6	0,15	1,85
02.12.2002	7,47	11,8	11,3	503	36,1	48,5	0,14	1,42
06.01.2003	6,97	12,2	11,9	457	26,3	52,8	0,15	1,23
31.01.2003	7,09	14,0	12,8	573	30,5	60,8	0,17	1,15
28.02.2003	7,30	13,7	13,5	583	28,8	64,0	0,18	0,98
02.04.2003	7,17	14,6	18,8	843	56,0	107,0	0,31	1,15
02.05.2003	7,13	10,0	13,9	976	65,6	70,4	0,226	7,00
02.06.2003	7,12	6,38	6,7	290	21,2	28,2	0,094	13,91
01.07.2003	7,43	7,97	8,8	309	25,1	32,7	0,10	5,78
01.08.2003	7,90	9,41	10,0	348	26,4	35,1	0,11	3,11
Aritm.middel	7,33	10,9	11,5	508	33,8	52,9	0,155	3,91
Maks.verdi	7,90	14,6	18,8	976	65,6	107,0	0,31	13,91
Min.verdi	6,97	6,38	6,7	290	21,2	28,2	0,094	0,98

Tabell 19. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stoll 2 Folldal Hovedgruve.

Hyd.år	Obs. antall	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1993-1994	25	2,58	517,9	5762	217,7	284,7	231,6	1234	90,8	59,8	0,223	0,90	2,09	7,80	33,4	0,47
1994-1995	11	2,89	1002,6	11591	397,5	582,4	443,6	2830	184,0	137,9	0,510	1,24	3,81	15,70	63,7	1,39
1995-1996	12	2,60	894,2	10925	323,8	577,8	444,0	2736	169,3	137,1	0,247	1,35	3,84	14,46	56,3	0,32
1996-1997	12	2,52	862,4	11123	325,3	542,7	402,3	2416	151,3	122,8	0,283	1,22	3,17	13,05	53,1	0,78
1997-1998	13	2,48	757,9	9352	293,5	481,8	363,6	2084	140,9	103,3	0,336	1,03	2,96	10,70	45,2	1,50
1998-1999	11	2,54	764,7	9074	278,6	454,2	341,1	2007	149,7	97,9	0,389	0,95	2,91	10,09	42,2	1,07
1999-2000	13	2,57	838,3	10351	307,7	509,3	407,7	2273	170,1	112,1	0,483	1,08	3,33	12,19	46,7	0,85
2000-2001	12	2,58	885,2	9112	309,8	510,0	417,3	2272	185,4	114,3	0,495	1,17	3,29	14,38	48,3	0,76
2001-2002	11	2,59	854,7	10462	300,1	501,2	394,3	2338	174,6	108,9	0,429	1,11	3,19	13,31	53,0	0,91
2002-2003	12	2,60	934,1	11132	310,2	573,4	434,8	2510	172,2	118,7	0,423	1,31	3,51	27,21	54,6	0,46

Tabell 20. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Samlet avrenning fra Folldal sentrum ved slamdam.

År	Obs. antall	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1993-1994	25	2,62	407,2	3689	184,4	201,6	156,2	731,7	65,1	47,7	0,20	7,16	0,62	1,33	26,8	
1994-1995	12	2,58	439,8	4111	189,4	204,6	182,8	768,2	64,6	54,8	0,20	7,49	0,76	1,43	28,5	8,13
1995-1996	12	2,64	415,0	3549	184,4	198,4	154,4	691,0	59,8	51,4	0,14	7,79	0,61	1,28	25,6	1,32
1996-1997	12	2,51	482,5	4775	219,2	251,1	202,0	919,0	74,6	62,8	0,14	8,72	0,72	1,57	29,9	2,25
1997-1998	13	2,59	406,4	3856	205,7	202,2	163,6	663,0	61,3	51,3	0,18	7,44	0,58	1,33	26,3	3,35
1998-1999	11	2,65	434,4	4095	181,5	208,6	166,0	792,9	66,1	48,4	0,19	6,20	0,55	1,39	24,3	3,87
1999-2000	13	2,58	419,5	3858	176,7	196,3	164,8	701,3	61,7	45,9	0,21	6,60	0,53	1,35	24,4	5,01
2000-2001	12	2,57	492,2	4517	216,2	256,4	218,8	988,1	86,1	57,1	0,24	8,70	0,71	1,73	30,6	5,57
2001-2002	11	2,58	449,9	4173	180,3	203,6	172,7	773,1	68,7	46,2	0,17	6,78	0,59	1,42	27,9	5,74
2002-2003	12	2,55	454,2	4213	168,8	216,5	177,0	811,7	66,8	46,8	0,16	6,77	0,61	1,44	28,4	2,54

Tabell 21. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stasjon Fo7 Folla ved Follshaugmoen.

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
1994-1995	7,26	10,20	14,1	867	56,7	75,2	0,30
1995-1996	7,29	11,00	13,7	581	35,6	61,7	0,22
1996-1997	7,26	9,32	12,0	548	43,0	62,1	0,19
1997-1998	7,34	9,10	12,2	594	43,8	61,1	0,20
1998-1999	7,32	9,64	12,7	728	50,1	70,0	0,20
1999-2000	7,26	9,59	12,0	618	45,0	66,0	0,18
2000-2001	7,40	9,94	11,9	697	50,5	61,1	0,19
2001-2002	7,32	8,95	12,1	649	54,1	70,9	0,21
2002-2003	7,33	10,87	11,5	504	33,6	52,6	0,15

Tabell 22. Momentane transportverdier for kobber 2001-2003.

Dato	Stoll 2 kg/døgn	Slamdam kg/døgn	Fo7 kg/døgn
05.11.2001	16,9	40,0	68,3
04.12.2001	9,4	17,3	21,4
02.01.2002	3,7	5,0	11,9
04.02.2002	4,8	2,5	4,0
28.02.2002	3,6	2,8	6,8
03.04.2002	9,5	22,6	66,6
02.05.2002	23,3	27,5	66,8
31.05.2002	7,7	27,6	32,1
02.07.2002	8,2	20,4	24,4
30.07.2002	8,1	22,9	27,2
02.09.2002	5,0	9,9	14,1
01.10.2002	3,1	11,9	9,9
30.10.2002	2,9	13,5	4,7
02.12.2002	4,1	6,7	4,4
06.01.2003	2,2	4,7	2,8
31.01.2003	2,2	4,0	3,0
28.02.2003	2,0	3,8	2,4
02.04.2003	1,6	6,9	5,6
02.05.2003	13,9	38,5	39,7
02.06.2003	8,3	23,2	25,5
01.07.2003	5,7	15,4	12,5
01.08.2003	4,9	7,8	7,1

Tabell 23. Momentane transportverdier for sink i 2001-2003.

Dato	Stoll 2	Slamdram	Fo7
	kg/døgn	kg/døgn	kg/døgn
05.11.2001	8,8	26,8	73,9
04.12.2001	5,2	10,9	32,6
02.01.2002	2,5	3,5	17,7
04.02.2002	3,1	1,7	7,1
28.02.2002	2,3	1,9	11,9
03.04.2002	3,5	12,2	77,2
02.05.2002	15,6	19,5	73,5
31.05.2002	5,0	18,2	45,9
02.07.2002	6,2	15,3	30,9
30.07.2002	6,6	15,9	32,0
02.09.2002	3,2	6,7	18,0
01.10.2002	2,0	8,1	14,6
30.10.2002	1,9	9,3	8,7
02.12.2002	3,0	4,4	6,0
06.01.2003	1,6	3,5	5,6
31.01.2003	0,7	3,0	6,0
28.02.2003	1,9	3,4	5,4
02.04.2003	1,4	4,6	10,6
02.05.2003	9,9	28,7	42,6
02.06.2003	5,4	15,5	33,9
01.07.2003	3,8	9,8	16,3
01.08.2003	3,4	5,1	9,4